Münster 1935 No325 Med DiSS

Aus dem Pharmakologischen Institut
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster - Westf.
Direktor: Professor Dr. med. et phil. H. Freund

Ueber die Einwirkung der Na-Halogenide auf die Hefegärung

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde der Hohen Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster / Westf.

vorgelegt von
Regina Siemer, Zahnärztin
aus Barssel i. O.

1935

Gedruckt in der Buchdruckerei Franz Grube, Werne a. d. Lippe

Dekan: Professor Dr. K. W. Jötten.

Referent: Privatdozent Dr. med. et phil. W. Haarmann.

Korreferent: Professor Dr. med. et phil. H. Freund.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster (Westf.)

Meinen guten Eltern!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555428_0076

Ueber die Einwirkung der Na-Halogenide auf die Hefegärung.

Vergleichende Untersuchungen über den Einfluß der Halogensalze der Alkalien auf das Gärvermögen der Hefe liegen bisher im Schrifttum nicht vor. Es war deshalb die Aufgabe vorliegender Arbeit, diese Lücken in unseren Kenntnissen auszufüllen. Seit langem bekannt ist der hemmende Einfluß von Fluorid auf die Vergärung von Zucker. Man macht hiervon reichlich Gebrauch, um die Gärung in einem gewünschten Stadium zu unterbrechen. Bekanntlich sind die in Deutschland üblichen Südweine, Samosweine, spanische und griechische Südweine durch einen stark süßen Geschmack ausgezeichnet, der im wesentlichen auf künstlich zugesetztem Zucker beruht. Der zugesetzte Zucker wird nur zum Teil zur Anreicherung der Weine an Alkohol herangezogen, weswegen die Südweine einen wesentlich höheren Alkoholgehalt aufweisen als die naturreinen Weine. Es sei hier daran erinnert, daß z. B. die spanischen Weine, die der Spanier trinkt, durchaus nicht süß, sondern sogar herbe schmecken, während der in Deutschland getrunkene Malaga stark süß schmeckt. Die Gärung wird bei gewissem Alkoholgehalt durch den Alkohol unterbrochen oder aber bei niedrigem Alkoholgehalt durch Zusatz von NaF.

NaF findet ferner Verwendung in Spiritusbrennereien. Es wird gebraucht, um die Bildung schädlicher Mengen von Milch- und Buttersäure bei der Gärung der Maische zu verhindern. Man gibt 10—15 g pro Hektoliter Maische.

Den Einfluß von Jodid auf die Kohlensäurereproduktion gärender Hefe untersuchten S h a r r e r und C l a u s [1]). Sie fanden eine schwache Hemmung bei 0,0001 % J als KJ, ferner bei 0,006 — 0,001 % J als KJ, oberhalb 0,01 % J als Jk bis 2,5 % Steigerung mit einem Maximum bei 0,4 — 1 %, in noch höheren Konzentrationen Hemmung.

---

[1]) Ardria für Mikrobiologie 1, 343, 1930. Zit. nach Ronas Berichte 58, 781, 1931.

Es war die Aufgabe der vorliegenden Arbeit, die Einwirkung der Natriumsalze von Fluorid, Chlorid, Bromid und Jodid in gleichen molaren Konzentrationen auf die Gärung von Bier- und Bäckerhefe zu prüfen.

Zu unseren Versuchen verwendet wurden 1. eine untergärige Hefe aus der Germania-Brauerei, Münster/Westf. und 2. verschiedene Bäckerhefen des Handels. Als Kohlenhydratquelle wurde Traubenzucker (Dextropur) benutzt. Die Konzentration der Glukose in den Versuchen betrug 10 %, die Konzentration der Hefe gleichfalls 10 %. Als Suspensionsflüssigkeit fanden Verwendung:

1. Acetatpufferlösung ph = 5,65, m/50 an Natriumacetat,

2. Phosphatpufferlösung, m/50, ph = 4,9.

Die Phosphatpufferlösungen wurden durch Vermischen von primärem und sekundärem Natriumphosphat (nach Sörensen) hergestellt.

3. Citratpufferlösung, m/50, ph = 8,15.

Die Versuche wurden 5 Stunden lang bei Zimmertemperatur der Hefegärung überlassen und dann durch Bleiacetatlösung (30 %) unterbrochen. Da die Bleifällung trübe durchs Filter läuft, wurden vor der Unterbrechung zunächst 5 ccm Phosphatpufferlösung, m/10, den Versuchen hinzugegeben und sodann Bleiacetat hinzugesetzt. Das ausfallende Bleiphosphat reißt alle Kolloide mit nieder, sodaß das Filtrat stets sofort klar ist. Da es sich herausgestellt hatte, daß Bleiacetat allein die Hefegärung nicht unterbricht, wurde gleichzeitig mit dem Bleiacetat Monobromessigsäure zur Unterbrechung benutzt, eine Verbindung, die selbst in starker Verdünnung die Hefegärung sofort aufhebt. Die Konzentration der Monobromessigsäure betrug 1 : 1000. Der Drehungswinkel wurde in einer 2-Dezimeterröhre des Polarisationsapparates bestimmt. Um die Wirkungsstärke der Na-Halogenide untereinander vergleichen zu können, wurden äquimolekulare Lösungen der Salze verwendet. Die Verdünnungen der Salze wurden in Form einer geometrischen Reihe angestellt. Da bei Verdünnungen auf das zehnfache die Unterschiede der Verdünnung zu groß sind, wurde stets noch eine mittlere Verdünnung hergestellt. Diese mittlere Verdünnung beträgt das 3,16-fache der ursprünglichen. $3{,}16 = \sqrt{10}$. Man erhält auf diese Weise stets Verdünnungen in der 10. Potenz, die beim Verdünnen auf das Doppelte nicht auftreten.

Versuchsergebnisse:

Die Versuchsergebnisse sind in den Tabellen 1—5 zusammengestellt. Wie aus ihnen hervorgeht, ist die Wirkung der Na-Halogenide auf die Hefegärung sowohl vom chemischen Milieu wie auch von der zur Verwendung kommenden Heferasse abhängig. Einheitlich ist in allen Versuchen die Wirkung des Fluorids. In höheren Konzentrationen unterdrückt es das Gärvermögen der Hefe oft vollkommen. Bei der höchsten angewendeten Konzentration von $1 \cdot 10^{-1}$ m wird kaum noch Zucker vergoren. Mit zunehmender Verdünnung läßt der hemmende Einfluß des Fluorids nach. Bei der Konzentration von $1 \cdot 10^{-3}$ m bleibt nur noch in wenigen Versuchen eine Hemmung bestehen. Meistens tritt vollkommene Wirkungslosigkeit auf. In einzelnen Fällen sehen wir die Hefegärung sogar gesteigert. Ein besonders starkes Abfallen der Hefegärung tritt meistens beim Uebergang von $3{,}16 \cdot 10^{-3}$ m zu $1 \cdot 10^{-2}$ m durch Fluorid auf. In Tabelle 1 sinkt dieser Abfall der Hefegärung von 88 % auf 17 % herab, bzw. von 63 % auf 46 % bei Bierhefe in Acetatpufferlösung. In Phosphatpuffer (Tabelle 2) von 89 % auf 16 % bzw. von 94 % auf 17 %. Für Bäckerhefe treten ähnliche Werte auf.

Die Wirkung des NaCl besteht bei der Bierhefe in Phosphatpufferlösung in einer nicht unerheblichen Steigerung der Hefegärung, die besonders groß ist bei der Konzentration $3{,}16 \cdot 10^{-2}$ m und $1 \cdot 10^{-1}$ m. Die Steigerung beträgt hier 20 %. In Acetatpufferlösung finden wir nur in Versuch 1 (Tabelle 1) bei starken Verdünnungen einer Anregung des Zuckerabbaus, in höheren Konzentrationen dagegen wie auch in Versuch 2 eine Hemmung des Gärvermögens. In Bäckerhefe wiederum erzeugt NaCl in Acetatpufferlösung einen verstärkten Glukoseabbau, nicht aber in Phosphatpufferlösung und Citratpufferlösung.

Die Natriumbromidwirkung geht meistens der Natriumchloridwirkung parallel. Das trifft für die Gärung der Bäckerhefe für alle drei untersuchten Pufferlösungen zu. Besonders stark ist der Einfluß des Bromids (Versuch 2, Tabelle 3). Das Bromid ist dem Chlorid an Wirkungsstärke sogar überlegen.

Unter der Wirkung von Jodid wird die Hefegärung nur in Acetatpufferlösung stark verändert. Und zwar beobachten wir eine sehr starke Steigerung des Gärvermögens, bei der Bierhefe um rund 25 % und bei der Bäckerhefe (Vers. 2, Tabelle 3) sogar maximal um über 50 %. In Phosphatpufferlösung tritt nur in stärkeren Verdünnungen eine leichte Steigerung auf, so z. B. bei Bierhefe (Tabelle 2) von 15 % bei der Konzentration

Tabelle 1 a. Bierhefe: Acetatpuffer, p_H = 5,65, m/50
Drehungswinkel: °

	NaF	NaCl	NaBr	NaJ	NaF	NaCl	NaBr	NaJ
Direkter Versuch	6,65				7,23			
Kontrollversuch	3,85				3,86			
1.10^{-3}m	3,40	3,13	3,66	3,17	3,41	3,88	3,60	3,17
$3{,}16.10^{-3}$m	4,20	3,11	3,08	3,12	5,16	3,88	3,16	3,16
1.10^{-2}m	6,17	3,67	3,14	3,15	5,69	3,94	3,22	2,87
$3{,}16.10^{-2}$m	6,33	4,07	3,36	3,08	6,17	4,12	3,88	2,95
1.10^{-1}m	6,97	4,44	3,69	3,12	6,69	4,17	3,93	2,97
$3{,}16.10^{-1}$m	—	4,16	4,22	3,15	—	4,23	4,17	3,06

Tabelle 1 b. Bierhefe: Acetatpuffer,
Gärvermögen in % des Kontrollversuches

	NaF	NaCl	NaBr	NaJ	NaF	NaCl	NaBr	NaJ
1.10^{-3}m	116	126	107	124	113	100	108	121
$3{,}16.10^{-3}$m	88	126	128	126	63	100	121	121
1.10^{-2}m	17	106	126	125	46	98	119	129
$3{,}16.10^{-2}$m	11	92	117	128	31	92	100	127
1.10^{-1}m	0	79	106	126	16	91	98	126
$3{,}16.10^{-1}$m	—	89	87	125	—	89	91	123

Tabelle 2 a. Bierhefe: Phosphatpuffer m/50, $p_H = 4{,}9$

Drehung: °

	NaF	NaCl	NaBr	NaJ	NaF	NaCl	NaBr	NaJ
Direkter Versuch	6,91				6,93			
Kontrollversuch	2,08				2,10			
1.10^{-3}m	2,17	1,68	1,81	2,09	1,98	1,59	1,87	1,98
$3{,}16.10^{-3}$m	2,60	1,67	1,91	1,32	2,37	1,61	1,88	1,34
1.10^{-2}m	6,14	1,48	1,91	1,68	6,12	1,47	1,92	1,64
$3{,}16.10^{-2}$m	6,21	1,09	1,98	1,83	6,21	1,21	1,94	1,93
1.10^{-1}m	6,65	1,06	1,91	1,85	6,46	1,11	1,95	2,14
$3{,}16.10^{-1}$m	—	2,09	2,04	2,12	—	2,11	2,04	2,15

Tabelle 2 b. Bierhefe: Phosphatpuffer

Gärvermögen: % des Kontrollversuches

	NaF	NaCl	NaBr	NaJ	NaF	NaCl	NaBr	NaJ
1.10^{-3}m	98	108	105	100	102	110	105	102
$3{,}16.10^{-3}$m	89	108	103	115	94	110	105	115
1.10^{-2}m	16	112	103	108	17	113	103	109
$3{,}16.10^{-2}$m	14	120	102	105	15	118	103	103
1.10^{-1}m	5	121	103	105	10	120	103	99
$3{,}16.10^{-1}$m	—	100	101	99	—	100	101	99

Tabelle 3 a. Bäckerhefe; Acetatpuffer

	NaF	NaCl	NaBr	NaJ	NaF	NaCl	NaBr	NaJ
Direkter Versuch	7,18				7,38			
Kontrollversuch	5,42				4,90			
1.10^{-3}m	5,11	5,32	5,34	5,43	5,21	4,90	4,66	4,36
$3{,}16.10^{-3}$m	5,62	5,10	5,42	5,42	6,10	4,92	4,10	4,12
1.10^{-2}m	6,13	5,40	5,48	5,45	6,34	4,62	4,18	3,54
$3{,}16.10^{-2}$m	6,37	5,42	5,43	5,45	7,11	4,64	4,34	3,68
1.10^{-1}m	6,97	5,41	5,42	5,56	7,15	4,38	4,20	4,18
$3{,}16.10^{-1}$m	—	5,40	5,46	5,59	—	4,17	4,14	4,61

Tabelle 3 b. Bäckerhefe: Acetatpuffer
Gärvermögen: % des Kontrollversuches

	NaF	NaCl	NaBr	NaJ	NaF	NaCl	NaBr	NaJ
1.10^{-3}m	117	106	104	100	88	100	110	122
$3{,}16.10^{-3}$m	83	118	100	100	48	100	132	131
1.10^{-2}m	60	101	97	98	42	111	129	156
$3{,}16.10^{-2}$m	46	100	100	98	11	111	123	149
1.10^{-1}m	12	100	100	92	9	121	128	129
$3{,}16.10^{-1}$m	—	101	98	90	—	130	130	112

Tabelle 4 a. Bäckerhefe: Phosphatpuffer, m/50, p_H = 4,9

	NaF	NaCl	NaBr	NaJ	NaF	NaCl	NaBr	NaJ
Direkter Versuch	8,15				7,85			
Kontrollversuch	1,90				1,95			
1.10^{-3}m	2,56	1,35	2,11	1,69	2,21	2,06	2,10	1,60
$3{,}16.10^{-3}$m	4,20	1,38	1,95	1,88	3,60	2,11	2,06	2,09
1.10^{-2}m	6,12	1,64	1,98	1,08	6,63	1,85	2,07	1,90
$3{,}16.10^{-2}$m	7,14	1,70	1,88	1,34	7,10	2,13	2,13	2,10
1.10^{-1}m	7,82	1,81	1,58	2,16	7,70	2,38	1,82	2,40
$3{,}16.10^{-1}$m	—	1,91	1,61	4,35	—	2,65	2,57	3,06

Tabelle 4 b. Bäckerhefe: Phosphatpuffer
Gärvermögen in % des Kontrollversuches

	NaF	NaCl	NaBr	NaJ	NaF	NaCl	NaBr	NaJ
1.10^{-3}m	89	109	97	103	95	98	97	106
$3{,}16.10^{-3}$m	63	108	88	100	72	97	98	98
1.10^{-2}m	33	104	99	113	21	102	98	101
$3{,}16.10^{-2}$m	16	103	100	109	13	97	97	97
1.10^{-1}m	5	102	105	96	3	93	85	92
$3{,}16.10^{-1}$m	—	103	105	61	—	88	73	81

Tabelle 5. Bäckerhefe: Citratpuffer, p_H = 8,15, m/50

	NaF	NaCl	NaBr	NaJ	NaF	NaCl	NaBr	NaJ
Direkter Versuch	8,10				—			
Kontrollversuch	1,61				100			
1.10^{-3}m	1,14	1,85	1,37	1,79	107	96	103	97
$3{,}16.10^{-3}$m	3,13	1,66	1,38	1,90	72	99	103	96
1.10^{-2}m	4,37	1,38	1,43	1,84	57	103	103	97
$3{,}16.10^{-2}$m	5,64	1,38	1,44	1,98	38	103	103	95
1.10^{-1}m	6,40	1,45	1,46	2,07	26	102	102	93
$3{,}16.10^{-1}$m	—	1,85	1,47	2,56	—	96	102	85

$3{,}16 \cdot 10^{-3}$ m, und Versuch 1 Tabelle 4 von 13 % bei der Konzentration $1 \cdot 10^{-2}$ m. Alle übrigen Konzentrationen von Jodid üben bei der Bierhefe wie auch bei der Bäckerhefe eine geringe Wirkung aus. In Citratpufferlösung ist Jodid unwirksam, mit Ausnahme der höchsten Konzentration, bei der der Zuckerabbau verschlechtert ist. Dieses verringerte Gärvermögen der Hefe durch Jodid tritt auch in Bäckerhefe und Phosphatpufferlösung auf. Die Hemmung beträgt in Versuch 1 Tabelle 4 sogar 39 %, in Versuch 2 19 %. Bei Bierhefe tritt dieser hemmende Einfluß des Jodids nicht in Erscheinung.

Daß verschiedene Bäckerhefen auf Na-Halogenide in abweichender Weise ansprechen, zeigen die Versuche in Acetatpuffer (Tabelle 3). In Versuch 1 sind Chlorid, Bromid und Jodid in allen Konzentrationen fast wirkungslos. Versuch 2 hingegen zeigt eine sehr starke Steigerung der Hefegärung durch alle drei Halogenide, am stärksten durch Jodid, am zweit stärksten durch Bromid und am schwächsten durch Chlorid. Diese Versuche zeigen, daß übereinstimmende Versuchsergebnisse mit Hefe nur bei Verwendung der gleichen Heferasse erzielt werden. So verlaufen dann auch die Versuche mit Bierhefe mit kleinen Einschränkungen sehr einheitlich, weil jede Brauerei größtes Gewicht auf die Reinheit der von ihr verwendeten Heferasse legt. Die im Handel befindlichen Bäckerhefen zeigen diese Einheitlichkeit nicht, wie aus Betrachtung der mit Bäckerhefe gewonnenen Ergebnisse hervorgeht. Dafür liefern uns die Versuche der Tabelle 4 einen Beitrag. Na-Chlorid und Na-Bromid üben in beiden Fällen in den einzelnen Versuchen dieselbe Wirkung aus. In Versuch 1 hemmen die bei höchsten Konzentrationen den Zukkerabbau, nicht aber in Versuch 2. Auch die durch Fluorid auftretenden Hemmungen sind bei der Bäckerhefe nicht von der gleichen Größenordnung. Besonders deutlich tritt das für die Acetatpufferversuche ein (Tabelle 3). Bei der stärksten von uns angewendeten Lösung $1 \cdot 10^{-3}$ m ist in Versuch 1 die Hefegärung um 17 % gesteigert, in Versuch 2 um 12 % gehemmt. Bei der höchst näheren Konzentration $3{,}16 \cdot 10^{-3}$ m finden wir in Versuch 1 eine Hemmung von 17 %, in Versuch 2 von 52 %. Und bei der Konzentration $3{,}16 \cdot 10^{-2}$ m in Versuch 1 eine Hemmung von 54 % und in Versuch 2 eine solche von 89 %.

Zusammenfassung.

Der Einfluß der Na-Halogenide auf die Hefegärung ist abhängig vom chemischen Milieu und der Art des Hefestammes. Fluorid hemmt mit ansteigender Konzentration die Hefegärung und hebt sie in höheren Konzentrationen vollkommen auf. Na-Chlorid und Na-Bromid wirken unter sich ähnlich. Sie steigern die Gärung der Bäckerhefe und Bierhefe in Acetatpufferlösung und die der Bierhefe in Phosphatpufferlösung. NaJ regt in Acetatpufferlösung das Gärvermögen von Bäcker- und Bierhefe stark an, in Phosphatpufferlösung nur wenig. Die Ergebnisse mit der Bierhefe sind nur dann einheitlich, wenn der gleiche Hefestamm der Brauerei verwendet wird. Die Ergebnisse mit Bäckerhefen des Handels zeigen erhebliche Streuungen, weil die Hefestämme verschieden sind.

Lebenslauf.

Ich, Regina Siemer, wurde als Tochter des Hauptlehrers Josef Siemer in Barssel i. Oldb. am 23. 8. 1909 geboren. Nach Beendigung der Volksschulzeit, besuchte ich das Lyzeum in Friesoythe und das Realgymnasium in Cloppenburg. Daselbst bestand ich Ostern 1931 die Reifeprüfung. In Kiel, Graz und Münster studierte ich Zahnmedizin. Im Herbst 1934 erhielt ich an der Wilhelms-Universität in Münster die Approbation als Zahnärztin.